

*Stanisław Rolbiecki, Mariusz Musiał, Aleksandra Fórmaniak, Hanna Ryterska*

**PRÓBA PORÓWNIANIA POTRZEB NAWADNIANIA  
SZKÓLEK LEŚNYCH W LATACH 2000–2009  
W OKOLICACH BYDGOSZCZY, CHOJNIC I TORUNIA**

---

***TENTATIVE ESTIMATION OF IRRIGATION NEEDS  
OF FOREST NURSERIES IN 2000–2009 IN VICINITIES  
OF BYDGOSZCZ, CHOJNICE AND TORUŃ***

**Streszczenie**

W pracy porównano potrzeby nawadniania szkółek leśnych na glebie piaszczystej w latach 2000–2009 w rejonie Bydgoszczy, Chojnic i Torunia. Stwierdzono, że zużycie wody z warstwy gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu było w okresie wegetacji (IV–IX) najwyższe w okolicy Torunia (524 mm), niższe w okolicy Bydgoszczy (504 mm), a najniższe w rejonie Chojnic (498 mm). Najwyższe miesięczne zużycie wody na transpirację roślin i parowanie terenowe stwierdzono w lipcu. Wskaźnik ten był najwyższy w Toruniu (126 mm), niższy w Bydgoszczy (121 mm), a najniższy w Chojnicach (116 mm). Sezonowe potrzeby nawadniania szkółki były najniższe w rejonie Chojnic (116 mm), wyższe w rejonie Torunia (170 mm), a najwyższe – w rejonie Bydgoszczy (183 mm). Największe miesięczne potrzeby nawadniania, średnio w badanym dziesięcioleciu, wystąpiły w czerwcu, a najmniejsze we wrześniu. Wykazywały one jednak bardzo dużą zmienność w konkretnych latach. Zakładając równomierny rozkład czasowy opadów w danym miesiącu, potrzeby nawadniania nie wystąpiłyby w 18 miesiącach (na 60 rozpatrywanych) – w rejonie Chojnic oraz – odpowiednio – w 13 miesiącach w rejonie Bydgoszczy i 10 miesiącach w rejonie Torunia.

**Słowa kluczowe:** potrzeby nawadniania, szkółka leśna, gleba piaszczysta, Bydgoszcz, Chojnice, Toruń

### Summary

*Irrigation requirements of forest nurseries localized on a sandy soil in the years 2000–2009 in vicinities of Bydgoszcz, Chojnice and Toruń, are compared in the paper. It was found that the water use of the soil layer with controlled moisture calculated for the whole vegetation period (April–September) was the highest in the vicinity of Toruń (524 mm), the lower – in the vicinity of Bydgoszcz (504 mm), and the lowest – in the vicinity of Chojnice (498 mm). The highest monthly water use for evapotranspiration was found in July. This index was the highest for Toruń (126 mm), the lower – for Bydgoszcz (121 mm), and the lowest for Chojnice (116 mm). Seasonal irrigation needs of a forest nursery was the lowest in vicinity of Chojnice (116 mm), the higher in the vicinity of Toruń (170 mm), and the highest in the vicinity of Bydgoszcz (183 mm). The highest monthly irrigation needs – on average for ten years studied – were occurred in June and the lowest – in September. But, these needs were characterized by the very big variability in particular years. In case of uniform rainfall distribution in a particular month, no needs of irrigation would be occurred in investigated ten-year period during 18 months (from among 60 taken into consideration) in the vicinity of Chojnice, as well as during 13 and 10 months in vicinities of Bydgoszcz and Toruń, respectively.*

**Key words:** requirements of irrigation, forest nursery, sandy soil, Bydgoszcz, Chojnice, Toruń

### WPROWADZENIE

W Polsce – w jednostkach Lasów Państwowych – produkcję materiału sadzeniowego prowadzi się w około 1400 szkółek leśnych, które zajmują łącznie powierzchnię prawie 3500 ha [Rzekanowski, Pierzgalski 2006]. Efekty produkcji szkółkarskiej związane są w głównej mierze z warunkami wodno-glebowymi. Istniejące w naszym klimacie okresowe niedobory wody w glebie wynikają głównie z niewystarczającej ilości lub nierównomiernego rozkładu opadów w okresie wegetacyjnym. Czynniki te mogą – zwłaszcza na dużych otwartych powierzchniach szkółek zlokalizowanych na słabszych glebach – znacznie ograniczyć wielkość i jakość produkcji [Pierzgalski i in. 2002]. Niezbędne jest zatem utrzymywanie odpowiedniej wilgotności gleby w czasie wzrostu siewek, dlatego też w szkółkach nawadnianie jest jednym z najważniejszych zabiegów melioracyjnych, a blisko 90% szkółek jest wyposażonych w urządzenia nawadniające [Rzekanowski, Pierzgalski 2006]. Kształtowanie optymalnych warunków wodnych w szkółkach leśnych należy do najważniejszych szczegółowych celów gospodarowania wodą w lasach [Pierzgalski 2009]. Dlatego „Zasady hodowli lasu” warunkują zakładanie szkółek o powierzchni ponad 3 ha możliwością zainstalowania systemu nawadniającego [Pierzgalski i in. 2002].

Celem pracy było porównanie potrzeb nawadniania – w dziesięcioleciu 2000–2009 – szkółek leśnych w rejonie Bydgoszczy, Chojnic i Torunia.

## **MATERIAŁ I METODY**

W analizie wykorzystano średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) w okresie wegetacji (IV–IX) oraz miesięczne sumy opadów atmosferycznych (mm) dla tego okresu w dziesięcioleciu 2000–2009, pozyskane z Zakładu Meteorologii UTP (Bydgoszcz) lub zawarte w Biuletynach Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, IMGW [2000–2009] (Chojnice, Toruń).

Zużycie wody z warstwy gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu obliczono na podstawie metody podanej przez Drupkę [1976], za Pierzgałskim i wsp. [2002]. Zdaniem cytowanych autorów, tak policzone wartości zużycia wody na transpirację roślin i parowanie terenowe są równoważne z ilością wody, która powinna zostać dostarczona do gleby przez opady atmosferyczne lub w procesie nawadniania. Przyjmując założenie, że rozkład opadów był w danym miesiącu w miarę równomierny, obliczono potrzeby nawadniania w szkółce – jako różnicę pomiędzy oszacowanym zużyciem wody i sumą opadów w danym miesiącu.

W statystycznym opracowaniu danych wyznaczono dla danego zbioru wartość minimalną, maksymalną i średnią oraz odchylenie standardowe i współczynnik zmienności [Bruchwald 1997].

## **OMÓWIENIE WYNIKÓW**

Najwyższe w okresie wegetacji (IV–IX) średnie wartości temperatury powietrza (15,3°C) stwierdzono w rejonie Torunia, a najniższe w rejonie Chojnic (14,2°C) (tab. 1). Współczynniki zmienności dla średniej temperatury w okresie wegetacji mieściły się w zakresie 9–11%. Spośród poszczególnych miesięcy, największa zmienność temperatury wystąpiła w kwietniu dla rejonu Bydgoszczy (18%) i Torunia (15%). Najmniejszą zmienność wykazywała natomiast temperatura sierpnia (3–6%).

Najwyższą średnią sumę opadów okresu wegetacji (IV–IX) w badanym dziesięcioleciu stwierdzono w Chojnicach (377 mm), a najniższą w Bydgoszczy (320 mm). Spośród analizowanych miesięcy okresu wegetacji, największą sumą opadów atmosferycznych cechował się lipiec (tab. 2). Opady wykazywały dużą zmienność w poszczególnych miesiącach. Najwyższy współczynnik zmienności opadów (86%) charakteryzował opady czerwca w Chojnicach, w Toruniu natomiast największą zmienność opadów (69%) stwierdzono w maju i sierpniu.

Policzone dla poszczególnych miesięcy zużycie wody z warstwy gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu wykazywało najwyższą zmienność w kwietniu (Chojnice i Toruń), bądź w lipcu (Bydgoszcz), a najniższą – w każdym z trzech analizowanych rejonów – w maju (tab. 3).

**Tabela 1.** Statystyczna charakterystyka temperatury powietrza w latach 2000–2009  
**Table 1.** Statistical characterization of air temperature in the years 2000–2009

Miesiąc Month	Temperatura / Temperature (°C)			Odchylenie standardowe Standard deviation (°C)	Współczynnik zmienności Variation coefficient (%)
	średnio mean	min. min.	max. max.		
Rejon Bydgoszczy / Region of Bydgoszcz					
IV	7,98	6,40	11,00	1,41	18
V	13,30	11,30	15,70	1,31	10
VI	16,16	14,30	18,20	1,45	9
VII	18,71	15,70	22,40	1,82	10
VIII	17,85	16,30	19,90	1,01	6
IX	13,06	11,20	15,20	1,28	10
Średnio – Mean IV–IX	<b>14,51</b>	–	–	–	–
Rejon Chojnic / Region of Chojnice					
IV	8,0	6,4	10,9	0,57	7
V	13,08	11,1	15,9	1,48	11
VI	15,54	13,8	17,5	0,92	6
VII	18,06	15,2	21,9	1,98	11
VIII	17,5	16	20,1	0,92	5
IX	13,28	11,5	16	1,56	12
Średnio – Mean IV–IX	<b>14,2</b>	–	–	–	–
Rejon Torunia / Region of Toruń					
IV	8,92	7,5	12,4	1,34	15
V	14,13	11,9	17,5	1,56	11
VI	16,87	15	18,8	1,56	9
VII	19,33	16,4	23	1,77	9
VIII	18,67	17,3	21,1	0,64	3
IX	13,86	12,1	16,3	1,70	12
Średnio – Mean IV–IX	<b>15,30</b>	–	–	–	–

**Tabela 2.** Statystyczna charakterystyka opadów atmosferycznych w latach 2000–2009  
**Table 2.** Statistical characterization of air rainfall in the years 2000–2009

Miesiąc Month	Opady / Rainfall (mm)			Odchylenie standardowe Standard deviation (mm)	Współczynnik zmienności Variation coefficient (%)
	średnio mean	min. min.	max. max.		
Rejon Bydgoszczy / Region of Bydgoszcz					
IV	29,38	0,40	77,00	21,12	72
V	54,70	9,20	111,50	34,22	63
VI	43,16	15,50	105,50	29,36	68
VII	82,38	24,20	146,10	39,32	48
VIII	65,01	17,60	138,70	42,50	65
IX	45,82	16,70	122,60	31,97	70
$\Sigma_{IV-IX}$	<b>320,45</b>	–	–	–	–
Rejon Chojnic / Region of Chojnice					
IV	32,31	0,4	77	13,08	40
V	65,55	2	115	31,61	48
VI	60,03	24,8	121,9	51,34	86
VII	89,88	12,6	175	57,56	64
VIII	84,23	29,3	154,1	19,45	23
IX	45,43	15,6	141	3,11	7
$\Sigma_{IV-IX}$	<b>377,43</b>	–	–	–	–
Rejon Torunia / Region of Toruń					
IV	29,27	0,5	78	6,72	23
V	51,03	12,3	79,8	35,21	69
VI	45,33	19,3	85	28,43	63
VII	109,84	12,8	226,8	43,06	39
VIII	73,04	28,3	156	50,70	69
IX	45,43	16,7	97	18,38	40
$\Sigma_{IV-IX}$	<b>353,94</b>	–	–	–	–

Zużycie wody policzone dla całego okresu wegetacji (IV–IX) kształtowało się – w rozpatrywanym dziesięcioleciu – w zakresie od 498 mm (Chojnice) do 524 mm (Toruń). Najwyższe miesięczne wielkości wskaźnik ten przyjmował w lipcu, wynosząc, odpowiednio dla Bydgoszczy, Chojnic i Torunia: 121 mm, 116 mm i 126 mm. Najniższe zużycie wody – w zakresie od 53 mm do 62 mm – stwierdzono w kwietniu i wrześniu.

Oszacowane jako różnica między zużyciem wody z warstwy gleby o kontrolowanym wilgotnieniu wg Drupki [Pierzgalskim i in. 2002] i opadami w danym miesiącu, potrzeby nawadniania szkółek przybierały wartości ujemne (opady > zużycie wody) w 13 miesiącach (na 60 uwzględnianych) w rejonie Bydgoszczy, 18 miesiącach w rejonie Chojnic i 10 miesiącach w rejonie Torunia (tab. 4). Zakładając równomierne rozłożenie opadów w czasie, nie byłoby zatem potrzeby nawadniania w tych miesiącach.

**Tabela 3.** Statystyczna charakterystyka zużycia wody w szkółkach leśnych w latach 2000–2009**Table 3.** Statistical characterization of water use in forest nurseries in the years 2000–2009

Miesiąc Month	Zużycie wody / Water use (mm)			Odchylenie standardowe Standard deviation (mm)	Współczynnik zmienności Variation coefficient (%)
	średnio mean	min. min.	max. max.		
Rejon Bydgoszczy / Region of Bydgoszcz					
IV	52,71	48,00	52,50	3,98	8
V	82,55	78,43	69,75	1,76	2
VI	96,06	86,40	84,90	8,92	9
VII	120,96	105,71	122,45	12,94	11
VIII	95,05	88,66	110,67	5,92	6
IX	56,40	49,20	61,50	3,72	7
$\Sigma_{IV-IX}$	<b>503,73</b>	–	–	–	–
Rejon Chojnic / Region of Chojnice					
IV	57,63	54,00	85,50	18,88	33
V	82,24	77,81	83,70	1,97	2
VI	91,16	84,60	97,50	3,29	4
VII	116,48	103,23	147,87	5,92	5
VIII	93,48	86,80	112,53	1,75	2
IX	57,53	51,00	67,50	5,09	9
$\Sigma_{IV-IX}$	<b>498,52</b>	–	–	–	–
Rejon Torunia / Region of Toruń					
IV	55,98	54	67,8	5,52	10
V	85,34	80,29	103,85	0,22	0
VI	95,42	88,5	103,5	5,41	6
VII	125,64	108,81	158,1	7,89	6
VIII	100,35	93	121,83	5,92	6
IX	61,74	54,3	90	3,61	6
$\Sigma_{IV-IX}$	<b>524,47</b>	–	–	–	–

Sezonowe potrzeby nawadniania szkółki – policzone jako suma dla okresu IV–IX – były najniższe w rejonie Chojnic (116 mm), wyższe w rejonie Torunia (170 mm), a najwyższe – w rejonie Bydgoszczy (183 mm). Maksymalne ilości wody, które trzeba było dostarczyć na drodze nawadniania wystąpiły w rejonie Bydgoszczy i Chojnic w roku 2003, wynosząc odpowiednio 309 mm i 230 mm, a w przypadku Torunia było to 274 mm w roku 2005. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w ustaleniach innych autorów o występowaniu szczególnie dużych potrzeb nawadniania roślin w regionie bydgoskim [Żarski, Dudek 2009].

Rozpatrując wielkość potrzeb nawodnieniowych omawianego dziesięciolecia w poszczególnych miesiącach, stwierdzono, że największe wystąpiły w czerwcu, a najmniejsze we wrześniu. Wykazywały one jednak bardzo dużą zmienność w konkretnych latach.

**Tabela 4. Potrzeby nawadniania w szkółkach leśnych (mm)**  
**Table 4. Irrigation requirements in forest nurseries (mm)**

Okres Period	Potrzeby nawadniania w poszczególnych miesiącach / Irrigation needs in particular months (mm)						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ IV–IX
Rejon Bydgoszczy / Region of Bydgoszcz							
2000	46,9	59,1	77,2	4,8	34,6	<b>-5,6</b>	217,01
2001	8,6	48,8	5,9	<b>-22,4</b>	46,1	<b>-73,4</b>	13,58
2002	33,3	<b>-27,8</b>	63,2	42,1	52,7	<b>-13,8</b>	149,64
2003	29,5	74,5	67,1	16,6	79,0	42,1	308,78
2004	18,9	24,0	78,0	55,3	<b>-45,7</b>	16,1	146,64
2005	16,2	<b>-1,4</b>	57,7	91,0	45,3	42,2	251,00
2006	<b>-26,0</b>	22,3	74,8	128,3	<b>-37,2</b>	20,9	183,03
2007	36,4	10,6	<b>-6,5</b>	6,9	50,9	17,6	115,90
2008	12,3	72,2	82,0	64,1	<b>-2,5</b>	35,0	263,06
2009	57,2	<b>-3,8</b>	29,6	<b>-0,8</b>	77,3	24,7	184,17
Średnio Mean	23,33	27,85	52,90	38,59	30,05	10,58	183,28
Rejon Chojnic / Region of Chojnice							
2000	64,50	38,70	52,75	<b>-54,77</b>	27,52	10,80	139,50
2001	<b>-7,00</b>	61,19	19,60	<b>-55,96</b>	<b>-17,07</b>	<b>-90,00</b>	<b>-89,24</b>
2002	14,00	10,70	31,55	82,04	22,53	19,90	180,72
2003	27,50	41,30	58,30	<b>-3,18</b>	63,70	42,90	230,52
2004	30,70	<b>-13,89</b>	19,30	48,15	<b>-34,87</b>	31,00	80,39
2005	38,20	<b>-15,11</b>	47,00	42,04	28,70	31,05	171,88
2006	5,30	2,43	70,90	135,27	<b>-63,58</b>	25,40	175,72
2007	25,60	<b>-31,30</b>	<b>-24,40</b>	<b>-3,76</b>	24,70	<b>-23,20</b>	<b>-32,36</b>
2008	<b>-1,90</b>	81,70	60,75	41,20	<b>-11,82</b>	4,30	174,23
2009	56,30	<b>-8,79</b>	<b>-24,50</b>	35,00	57,50	13,60	129,11
Średnio Mean	25,32	16,69	31,13	26,60	9,73	6,58	116,05
Rejon Torunia / Region of Toruń							
2000	57,80	53,70	71,50	<b>-67,19</b>	<b>-7,00</b>	<b>-2,10</b>	106,71
2001	<b>-19,00</b>	33,70	3,50	<b>-44,87</b>	35,95	<b>-42,70</b>	<b>-33,42</b>
2002	39,60	36,85	39,50	67,13	66,83	9,10	259,01
2003	34,00	50,90	79,70	<b>-103,11</b>	85,39	33,30	180,18
2004	23,10	33,09	52,15	47,60	24,56	23,90	204,40
2005	3,20	10,70	69,65	82,39	59,30	49,30	274,54
2006	14,50	32,10	66,50	145,30	<b>-63,00</b>	28,40	223,80
2007	35,40	17,10	46,10	<b>-49,28</b>	26,68	1,90	77,90
2008	19,00	71,40	48,60	75,19	<b>-28,71</b>	33,00	218,48
2009	59,50	3,59	23,65	4,87	73,07	29,00	193,68
Średnio Mean	26,71	34,31	50,09	15,80	27,31	16,31	170,53

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można sformułować następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Zużycie wody z warstwy gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu było w okresie wegetacji (IV–IX) najwyższe w okolicy Torunia (524 mm), niższe w okolicy Bydgoszczy (504 mm), a najniższe w rejonie Chojnic (498 mm).

2. Najwyższe miesięczne zużycie wody na transpirację roślin i parowanie terenowe stwierdzono w lipcu. Wskaźnik ten był najwyższy w Toruniu (126 mm), niższy w Bydgoszczy (121 mm), a najniższy w Chojnicach (116 mm).

3. Sezonowe potrzeby nawadniania szkółki były najniższe w rejonie Chojnic (116 mm), wyższe w rejonie Torunia (170 mm), a najwyższe – w rejonie Bydgoszczy (183 mm).

4. Największe miesięczne potrzeby nawadniania, średnio w badanym dziesięcioleciu, wystąpiły w czerwcu, a najmniejsze we wrześniu. Wykazywały one jednak bardzo dużą zmienność w konkretnych latach.

5. Zakładając równomierny rozkład czasowy opadów w danym miesiącu, potrzeby nawadniania nie wystąpiłyby w 18 miesiącach (na 60 rozpatrywanych) – w rejonie Chojnic oraz – odpowiednio – w 13 miesiącach w rejonie Bydgoszczy i 10 miesiącach w rejonie Torunia.

#### BIBLIOGRAFIA

- Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej. IMGW Warszawa 2000-2009.
- Bruchwald A. 1997. *Statystyka matematyczna dla leśników*. Wyd. SGGW, Warszawa 1997, s. 1–255.
- Drupka St. *Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni*. PWRiL Warszawa 1976, s. 1–310.
- Pierzgalski E. *Woda w ekosystemach leśnych [w:] Woda w obszarach niezurbanizowanych*. Zeszyty Instytutu Problemów Współczesnej Cywilizacji, XLIV, Warszawa 2009, s. 41–55.
- Pierzgalski E., Tyszka J., Boczoń A., Wiśniewski S., Jeznach J., Żakowicz S. *Wytyczne nawadniania szkółek leśnych na powierzchniach otwartych*. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa 2002, s. 1–63.
- Rzekanowski C., Pierzgalski E. 2006. *Nawadnianie zbiorowisk leśnych [w:] Nawadnianie roślin*. Podręcz. w pracy zbior. pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka, PWRiL Poznań 2006, s. 191–197.
- Żarski J., Dudek St. *Zmienność czasowa potrzeb nawadniania wybranych roślin w regionie Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3/2009, Kraków 2009, s. 141–149.

Dr hab. Stanisław Rolbiecki, prof. nadzw. UTP  
Mgr inż. Mariusz Musiał  
Mgr inż. Aleksandra Fórmaniak  
Mgr inż. Hanna Ryterska  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6  
tel. 052 3749581, e-mail: rolbs@utp.edu.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Jerzy Gruszczyński